

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the plasma treatment equipment which etches formation of a thin film on the front face of a sample, and the front face of a sample using the plasma.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the plasma treatment equipment of an parallel monotonous mold which used the RF (Radio Frequency-RF) is widely used as equipment which processes samples, such as a substrate and a semi-conductor wafer (henceforth a "wafer"), by the plasma in the processing interior of a room. By impressing a RF to one of electrodes, or both electrodes, this plasma treatment equipment makes inter-electrode generate the plasma, and carries out incidence of the ion on the surface of a sample with the auto-bias potential between this plasma and sample. This plasma treatment equipment is constituted so that thin film formation by plasma CVD etc. and etching processing may be performed.

[0003] However, it is difficult to realize the detailed pattern formation demanded with high integration and high-performance-izing of a semiconductor device, and a low damage with the parallel monotonous mold plasma treatment equipment mentioned above. That is, in order to realize this process, it is important to generate and control the high density plasma by the low voltage field. The plasma needs to be uniform at a large area so that it can furthermore respond also to the diameter wafer of macrostomia.

[0004] To such a demand, various sources of the plasma are proposed and it is applied to the semi-conductor process. As shown in drawing 11 also in these, the simplification of equipment is comparatively easy for the RF inductive-coupling mold plasma generator using the RF antenna 7, and since it is possible to generate the high density plasma further, application in a semi-conductor process is expected.

[0005] This equipment consists of dielectric windows 18 which consist of quartz glass etc. in the whole surface of the installation base (stage) 4 of a sample, and the processing room 2 which counters, as shown in drawing 11. The RF antenna 7 which consists of a whorl coil is attached in the external surface of a dielectric window 18. RF electric field are formed in the processing room 2 by impressing a RF to this RF antenna 7. By making the electron which exists in this electromagnetic-field space collide with the neutral particle of raw gas, raw gas is made to ionize and the plasma is generated. The ion in the generated plasma is accelerated by the high frequency impressed independently of the installation base 4 of a sample, and thin film formation and etching processing are performed because ion carries out incidence to a sample.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since the dielectric window 18 which consists of quartz glass etc. existed between the RF antenna 7 and the plasma when performing thin film formation, etching processing, etc. using above-mentioned inductive-coupling mold plasma treatment equipment, the transmission efficiency to the plasma which is a RF was low, and power impressed to the RF antenna 7 for acquiring the high density plasma needed to be enlarged.

[0007] Moreover, the phenomenon (mode jump) which a plasma consistency increases rapidly to the high-frequency power to impress might often be observed, and processing conditions might be restricted by the RF to impress.

[0008] Furthermore, that the dissociation kind and resultant of raw gas adhere inside a dielectric window 18, when sputtering of the dielectric window 18 was carried out by RF electric field and the thickness of a dielectric window 18 changed, L through a dielectric window 18 and C matching circuit changed, and there was a

problem that the condition of the plasma generated changed. When the conductive film adhered to a dielectric window 18 especially, there was a possibility that RF electric field might short-circuit.

[0009] Furthermore, also when exfoliation of the film adhering to a dielectric window 18 and sputtering of a dielectric window 18 caused raising dust, it was.

[0010] Furthermore, when the earth electrode (illustration abbreviation) of high frequency bias impressed to a sample was installed in the perimeter of the installation base 4, bias was not impressed to the sample at homogeneity, but there was a problem from which processing speed tends to become an ununiformity. When the earth electrode was separated with the substrate especially, the arc might arise on the metal components which constitute equipment.

[0011] This invention is made in order to solve these troubles. One purpose of this invention generates the high density plasma, and is in making processing speed accelerate.

[0012] Other purposes of this invention impress high frequency bias to homogeneity at a sample, and are to raise equalization of processing.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In one aspect of affairs of plasma treatment equipment based on [in order to attain the above-mentioned purpose] this invention It is plasma treatment equipment for processing to the sample of the processing interior of a room. To the above-mentioned processing interior of a room One or more RF antennas, By having the counterelectrode which countered with the above-mentioned sample and was grounded, and impressing a RF to the above-mentioned RF antenna, the inductive-coupling mold plasma is excited to the above-mentioned processing interior of a room, and the above-mentioned processing is performed.

[0014] By adopting the above-mentioned configuration, since the processing interior of a room is equipped with the RF antenna, it becomes possible to raise the transmission efficiency to the plasma, consequently to generate the high density plasma also with little power, and it can accelerate processing speed. Moreover, by having arranged the counterelectrode grounded in the sample and the location which counters, it is possible to impress high frequency bias to a sample at homogeneity, and the processing to a sample can be equalized. Furthermore, distribution of the plasma consistency of the processing interior of a room can be changed by using two or more RF antennas by having made the RF antenna or more into one.

[0015] Moreover, it is plasma treatment equipment which has equipment which impresses a RF or direct current voltage to the above-mentioned counterelectrode preferably in the above-mentioned invention.

[0016] When an auto-bias electrical potential difference arises in a counterelectrode, and ion is drawn in a counterelectrode and chooses the quality of the material of a counterelectrode suitably, the presentation ratio of the ion and neutral particle in the plasma is controllable by adopting the above-mentioned configuration.

[0017] Furthermore, in the above-mentioned invention, the above-mentioned RF antenna and the above-mentioned counterelectrode are plasma treatment equipment separated through a gap preferably.

[0018] By adopting the above-mentioned configuration, since the counterelectrode and the RF antenna are isolated spatially, even if a conductive foreign matter or the conductive film accumulates or adheres to a RF antenna, it can prevent connecting too hastily between counterelectrodes.

[0019] Moreover, in other aspects of affairs of the above-mentioned invention, the above-mentioned RF antenna is plasma treatment equipment formed from the quality of the material which has 1/100 or less volume resistivity of the above-mentioned counterelectrode.

[0020] By adopting the above-mentioned configuration, even if the RF antenna and the counterelectrode have touched, most high frequency current flows at a RF antenna, and it does not flow to a counterelectrode. Consequently, even if the RF antenna and the counterelectrode have touched, it becomes possible to generate the high density plasma with a RF antenna.

[0021] Furthermore, in the above-mentioned invention, the above-mentioned RF antenna and the above-mentioned counterelectrode contact mutually preferably.

[0022] Distance between a counterelectrode and a sample can be shortened by adopting the above-mentioned configuration. Consequently, while becoming possible to impress high frequency bias to a sample more certainly at homogeneity, it becomes possible to make magnitude of a processing container small.

[0023] Furthermore, in other aspects of affairs of the above-mentioned invention, it is plasma treatment equipment embedded in the above-mentioned counterelectrode so that the above-mentioned RF antenna might

expose a part.

[0024] By adopting the above-mentioned configuration, adhesion of the resultant to the corner constituted by the counterelectrode and the RF antenna or the clearance which originated in process tolerance or a heat strain and was produced between the counterelectrode and the RF antenna etc. can be lost, and raising dust can be controlled.

[0025] Furthermore, it is plasma treatment equipment which covered the contact section to the above-mentioned counterelectrode of the above-mentioned RF antenna with the dielectric film preferably in the above-mentioned invention.

[0026] Writing a RF antenna and a counterelectrode as not making it contact electrically by adopting the above-mentioned configuration, a possibility that the high frequency current may flow to a counterelectrode disappears. Therefore, it becomes possible to also adopt combination with equal volume resistivity, and combination with the small difference of specific resistance about the quality of the material which constitutes a counterelectrode and a RF antenna.

[0027] Furthermore, it is plasma treatment equipment equipped with the above-mentioned counterelectrode preferably covered with the dielectric film in the above-mentioned invention.

[0028] By adopting the above-mentioned configuration, the high frequency current of a possibility of flowing is lost to a counterelectrode. Therefore, even if it is the case where the difference of the case where the quality of the material of a counterelectrode and a RF antenna is combination with equal volume resistivity, or specific resistance is small combination, it becomes possible to make the high density plasma generate.

[0029] Furthermore, it is plasma treatment equipment equipped with the above-mentioned RF antenna preferably covered with the dielectric film in the above-mentioned invention.

[0030] By adopting the above-mentioned configuration, while constraint of the class of quality of the material of a RF antenna is lost, the heavy metal contamination from a RF antenna can be prevented. Moreover, when in contact with the counterelectrode and the space target, the leakage current to a counterelectrode can be reduced.

[0031] Furthermore, in the above-mentioned invention, the above-mentioned high frequency antenna is plasma treatment equipment formed of at least one or more quality of the materials chosen from the group who consists of carbon, aluminum, copper, stainless steel, a tungsten, and titanium preferably.

[0032] It becomes possible to use what is not invaded by raw gas as the quality of the material of a RF antenna by adopting the above-mentioned configuration.

[0033] Furthermore, in the above-mentioned invention, the above-mentioned counterelectrode is plasma treatment equipment formed of at least one or more quality of the materials chosen from the group who consists of silicon, carbon, and silicon carbide preferably.

[0034] The above-mentioned configuration can be adopted and the presentation ratio of the ion and neutral particle in the plasma can be controlled by using the quality of the material of a counterelectrode as silicon or carbon.

[0035] Furthermore, it is plasma treatment equipment to which was equipped with the circuit for impressing a RF to each above-mentioned RF antenna preferably in the above-mentioned invention, and the switching circuit to which the configuration of the above-mentioned circuit can be changed, and it was presupposed by change-over of the above-mentioned switching circuit that the substantial configuration of each above-mentioned RF antenna can be changed.

[0036] By adopting the above-mentioned configuration, if needed, the location of a RF antenna, die length, and a number can be changed, and the plasma density distribution suitable for processing can be chosen.

[0037] Furthermore, it is plasma treatment equipment which has equipment which establishes and impresses a difference to the frequency of the RF preferably impressed to the above-mentioned RF antenna in the above-mentioned invention, and the RF impressed to the above-mentioned counterelectrode.

[0038] A specific neutral particle and specific ion can be made to be able to consume with a counterelectrode with the quality of the material of a counterelectrode, and the combination of raw gas by adopting the above-mentioned configuration, or the presentation ratio of the neutral particle and ion in the plasma can be changed by emitting into the plasma the atom which constitutes a counterelectrode by sputtering.

[0039] The semiconductor device based on this invention is a semiconductor device manufactured using the above-mentioned plasma treatment equipment.

[0040] The semiconductor device by which plasma treatment was carried out to homogeneity over the whole

surface by adopting the above-mentioned configuration can be offered.

[0041]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the plasma treatment equipment in the gestalt of each operation based on this invention is explained using drawing 1 - drawing 10.

[0042] (Gestalt 1 of operation)

(Configuration of equipment) Drawing 1 is the conceptual diagram of the plasma treatment equipment in the gestalt of this operation. This equipment is a plasma-etching processor which has the processing container 1 formed from the conductive ingredient, for example, aluminum etc., and predetermined etching processing is performed in the processing room 2 formed in this processing container 1.

[0043] Moreover, since sputtering of the wall of the processing container 1 is carried out by the plasma generated in the processing room 2 depending on the class of raw gas or a wall is etched by the chemical reaction, in order to prevent this, the wall of the processing container 1 may be protected with coating, for example, alumite processing etc., a quartz plate, etc. Furthermore, in order to prevent adhesion of a resultant etc. in a wall, the wall of the processing room 2 may be heated.

[0044] The processing container 1 is grounded and the installation base 4 for the electric insulating plates 16, such as a ceramic, being further placed between the pars basilaris ossis occipitalis, and carrying the samples (henceforth a "wafer") 5, such as a semi-conductor wafer, is formed. Moreover, the counterelectrode 6 which is the plate formed from the conductive ingredient, for example, silicon etc., is airtightly formed in the top-plate section of the installation side of the sample 5 of the installation base 4, and the processing container 1 which counters. Furthermore, this counterelectrode 6 is grounded.

[0045] The RF antenna 7 which formed the conductor, for example, carbon etc., a curled form, a coiled form, or in the shape of a loop formation is arranged at the side which counters the installation base 4 of the counterelectrode 6 in the processing room 2. This RF antenna 7 is connected to RF generator 9 using Terminals 7a and 7b through the adjustment machine 8.

[0046] Moreover, the installation base 4 has the wafer supporting structure and the wafer cooling system which are not illustrated, and is connected to RF generator 11 through the adjustment machine 10. Furthermore, raw gas is supplied in the processing room 2 through gas inlet 6a prepared in gas piping 12a and a counterelectrode 6 from sources of gas supply (illustration abbreviation), such as a chemical cylinder. Moreover, raw gas can be supplied into the processing room 2 also from gas piping 12b prepared in the side face of the processing container 1.

[0047] In order to prevent heavy metal contamination, silicon is desirable and the quality of the material of the high frequency antenna 7 inserted into the processing room 2 has [the quality of the material of the counterelectrode 6 installed in processing room 2 top plates] desirable carbon.

[0048] Moreover, the raw gas in the processing room 2 is discharged from an exhaust pipe 15 outside.

(The operation effectiveness) By impressing a RF to the RF antenna 7, an electromagnetic wave is emitted from the RF antenna 7, and RF electric field are formed in the processing room 2. By making the electron which exists in this electromagnetic-field space collide with the neutral particle of raw gas, raw gas is made to ionize and the plasma is generated. The ion in the generated plasma is accelerated by the RF impressed independently of the installation base 4 of a sample 5, for example, a 400kHz RF, and etching processing is performed because ion carries out incidence to a sample 5.

[0049] Since the difference of both volume resistivity is very large, even if the volume resistivity of 0.2×10^{-3} - 4×10^{-3} ohm-cm (carbon graphite) and silicon is 2 - 300 ohm-cm (intrinsic semiconductor), and, as for the volume resistivity of carbon, the counterelectrode 6 and the RF antenna 7 have touched, the high frequency current will hardly flow to a counterelectrode 6, but will flow the RF antenna 7. Heavy metal contamination can be prevented, and as long as the difference of volume resistivity is the sufficiently large quality of the material, the quality of the materials other than the above-mentioned combination may be used.

[0050] Specifically, it is desirable for the quality of the material of the RF antenna 7 to be 1/100 or less thing of the volume resistivity of the quality of the material of a counterelectrode 6 as range where the leakage current does not pose a problem.

[0051] Since the counterelectrode 6 and the RF antenna 7 may touch, space-saving-ization can be attained as structure which touches these.

[0052] Moreover, it is possible to be able to change the current value which flows at the RF antenna 7, and to

adjust a plasma consistency by changing the RF impressed to the RF antenna 7.

[0053] Since the plasma treatment equipment in the gestalt of this operation has the composition of installing the RF antenna 7 in the processing room 2 unlike this conventional kind of inductive-coupling mold plasma treatment equipment, dielectrics, such as a quartz, do not intervene between the RF antenna 7 and the plasma, and it does not have loss by the dielectric. Therefore, the transmission efficiency from a RF to the plasma can be raised, and the high density plasma can be acquired by the RF of little power. Therefore, processing speed can be made to increase.

[0054] Moreover, since the high density plasma is generable with the RF of little power, the load to the whole RF circuit from RF generator 9 to [can reduce sputtering of the RF antenna 7 and] the RF antenna 7 can also be reduced. Consequently, failure and the abnormalities of a RF circuit can be stopped and a maintenance period can be lengthened. Furthermore, since power required for a RF can be lessened, power consumption can also be reduced.

[0055] Furthermore, with this conventional kind of inductive-coupling mold plasma equipment, when the power of a RF was made to increase, there was a case where the phenomenon (mode jump) which a plasma consistency increases rapidly with a certain high-frequency power may happen, and the conditions of plasma treatment were restricted by the impression conditions which are a RF. However, since a plasma consistency increases continuously to high-frequency power by making it the above configurations, the conditions of plasma treatment are not restricted by the impression conditions of a RF.

[0056] Moreover, although dielectrics, such as a quartz, are installed in the installation base 4 and the location which counters with this conventional kind of inductive-coupling mold plasma equipment, the gate valve which divides the bolt and processing room which stop, the components 4, for example, the installation base, of the arbitration grounded the interior and around the installation base 4, and a conveyance room does not serve as a sample and physical relationship which countered. Therefore, when high frequency is impressed to a sample 5, bias electric field may not be impressed to a sample 5 at homogeneity, but may be impressed through the components of arbitration with which the above which exists most in near was grounded. For this reason, there was a case where processing became an ununiformity. Furthermore, the arc might arise between the grounded component of arbitration.

[0057] Since the grounded counterelectrode 6 is formed in the location which counters the installation base 4 with the above-mentioned configuration to these problems, bias electric field can be impressed to homogeneity to a sample 5. Therefore, equalization of processing of a sample 5 is attained.

[0058] Therefore, if a semiconductor device is manufactured using the plasma-etching processor in the gestalt of this operation, the semiconductor device by which plasma-etching processing was carried out can be obtained to homogeneity over the whole surface. Also in plasma treatment other than etching, it is the same.

[0059] (Other configurations of equipment) Although carbon was used as the quality of the material of the high frequency antenna 7 with the gestalt of this operation It is using carbon when using it for etching of an oxide film etc. Carbon is supplied into the plasma from the front face struck by the ion bombardment, and even if it does not carry out supply to the processing interior of a room of carbon by addition or its flow control of the gas containing the carbon of raw gas, there is an advantage of becoming possible to supply carbon to a sample.

[0060] When carrying out thin film formation by the metal CVD or using it for the activity which embeds ion etc. in a pattern otherwise, aluminum, copper, a tungsten, titanium, etc. may be used as the quality of the material of the high frequency antenna 7. For example, in a copper metal CVD, even if it uses the copper RF antenna 7, processing is not affected. The same is said of other quality of the materials.

[0061] Moreover, aluminum, copper, a tungsten, titanium, etc. may be used also for etching as the quality of the material of the high frequency antenna 7. However, in etching, the combination of the quality of the material and raw gas is important, and it needs to choose the quality of the material which is not invaded by raw gas. For example, since chlorine gas is mainly used to etching of aluminum, the tungsten which is hard to be etched with chlorine can be used as the quality of the material of the RF antenna 7.

[0062] Furthermore, stainless steel may be used as the quality of the material of the RF antenna 7. This is applicable to all processings, when there is no fear of heavy metal contamination.

[0063] On the other hand, with the gestalt of this operation, as the quality of the material of a counterelectrode 6, although silicon was used, the quality of the material of silicon carbide (SiC) etc. may be used. In the case of silicon carbide, volume resistivity is dependent on the mixing ratio of Si and C, but it is about 1000 ohm-cm, a

degree of hardness is high, and even if it becomes an elevated temperature very much, it does not react [the melting point is about 2000 degrees C, and] with other elements. Therefore, it is hard to produce sputtering and the raising dust from a counterelectrode 6 can be prevented.

[0064] Although the gestalt of this operation mainly explained the plasma-etching processor, it is the same also at a plasma-CVD processor. Since bias electric field can be especially impressed to homogeneity to a sample by adopting the above-mentioned configuration as the pattern of a high aspect ratio when carrying out thin film formation of the insulator layer, the insulator layer embedding to a high aspect ratio pattern becomes possible, and processing becomes homogeneity further.

[0065] (Gestalt 2 of operation)

(Configuration of equipment) Drawing 2 is the conceptual diagram of the plasma treatment equipment in the gestalt of this operation. The RF antenna 7 is attached so that it may be embedded at slot 6b prepared in the counterelectrode 6, and it consists of gestalten of this operation so that a part of front face of the RF antenna 7 may be exposed to the plasma. Other configurations are the same as the gestalt 1 of operation.

[0066] (The operation effectiveness) With the gestalt of this operation, by adopting a configuration as shown in drawing 2, adhesion of the resultant 31 to the corner (refer to drawing 4 (a)) constituted by the counterelectrode 6 and the RF antenna 7 or the clearance (refer to drawing 4 (b)) which originated in process tolerance or a heat strain and was produced between the counterelectrode 6 and the RF antenna 7 etc. can be lost, and raising dust can be controlled.

[0067] Moreover, by impressing a direct current or low frequency current to the high frequency current which flows at the RF antenna 7, by making the RF antenna 7 produce bias or an auto-bias, and drawing ion in the RF antenna 7, the resultant adhering to the RF antenna 7 can be reduced, and raising dust can be controlled.

[0068] (Gestalt 3 of operation)

(Configuration of equipment) Drawing 3 is the conceptual diagram of the plasma treatment equipment in the gestalt of this operation. A dielectric film 3 is formed between a counterelectrode 6 and the RF antenna 7, and it is constituted so that a counterelectrode 6 and the RF antenna 7 may not contact. Other configurations are the same as the gestalt 1 of operation.

[0069] (The operation effectiveness) Writing a counterelectrode 6 and the RF antenna 7 as not making it contact electrically by forming a dielectric film 3 between a counterelectrode 6 and the RF antenna 7 with the gestalt of this operation, a possibility of flowing does not have the high frequency current in a counterelectrode 6.

Therefore, it becomes possible to also adopt combination with equal volume resistivity, and combination with the small difference of specific resistance about the quality of the material which constitutes a counterelectrode 6 and the RF antenna 7.

[0070] In addition, some or all of the RF antenna 7 may be covered with a dielectric film 3 like drawing 5 (a) - (c) as structure where a counterelectrode 6 and the RF antenna 7 are not contacted electrically. Moreover, as shown in drawing 6 (a) - (d), the front face of a counterelectrode may be covered with a dielectric film 3.

[0071] (Gestalt 4 of operation)

(Configuration of equipment) Drawing 7 is the conceptual diagram of the plasma treatment equipment in the gestalt of this operation. The counterelectrode 6 and the RF antenna 7 are separated through a gap. Wiring to which high frequency is led to the high frequency antenna 7 which separated with the counterelectrode 6 and was supported in the processing room 2 is electrically insulated with other parts by being covered with the insulating covering 17. Other configurations are the same as the gestalt 1 of operation.

[0072] (The operation effectiveness) Since the counterelectrode 6 and the RF antenna 7 are spatially isolated by minding a gap with the gestalt of this operation, even if a conductive foreign matter or the conductive film accumulates or adheres to the RF antenna 7, there is no possibility of connecting too hastily between counterelectrodes 6. Therefore, it is effective when the conductive film accumulates or adheres to the RF antenna 7 by processing. Furthermore, the effect of processing by deposition of the conductive film can be reduced by making the RF antenna 7 into the same quality of the material as the deposition film.

[0073] (Gestalt 5 of operation)

(Configuration of equipment) Drawing 8 is the conceptual diagram of the plasma treatment equipment in the gestalt of this operation. With the gestalt of this operation, two RF antennas 71 and 72 with which paths differ are arranged on a processing container and the same axle, and it embeds at a counterelectrode 6 so that the front face of the RF antennas 71 and 72 may be exposed. Other configurations are the same as the gestalt 1 of

operation.

[0074] (The operation effectiveness) With the gestalt of this operation, the plasma density distribution generated in the processing room 2 can be changed by connecting Terminals 71a and 71b to RF generator 91, and connecting Terminals 72a and 72b to RF generator 92. In order to install the RF antennas 71 and 72 in the processing room 2 interior compared with this conventional kind of inductive-coupling mold plasma treatment equipment, the mutual inductance between the RF antenna 71 and the RF antenna 72 has the advantage to which it becomes small and the use field of a RF or a frequency impressed to each RF antenna 71 and 72 becomes large.

[0075] Furthermore, the method of impressing a RF can be changed to two RF antennas 71 and 72 by establishing a switching circuit in the processing container 1 exterior. Hereafter, it explains using the example of drawing 9. Drawing 9 shows two loop antennas 71 and 72 with which paths differ. Two RF antennas 71 and 72 can be used as one RF antenna by connecting an RF generator with epilogue and terminal 71a for terminal 71b and terminal 72a among terminal 72b with connection 73 using the switching circuit which is not illustrated. Moreover, connection 73 can be opened wide, and as shown in drawing 8, it can also be used, being able to connect an RF generator which is different at the RF antennas 71 and 72.

[0076] In addition, use like the gestalt of this operation is [in / about arrangement of the RF antennas 71 and 72 / usual inductive-coupling mold plasma equipment] possible. Moreover, it is also possible by connecting the terminals of a RF antenna to use it as one antenna. Moreover, it is also possible to arrange two equal RF antennas of a path up and down, and to use them on the same axle, if needed.

[0077] (Gestalt 6 of operation)

(Configuration of equipment) Drawing 10 is the conceptual diagram of the plasma treatment equipment by the gestalt of this operation. With the gestalt of this operation, RF generator 92 is connected to the counterelectrode 6 through the adjustment machine 82. Here, RF generator 92 is a power source of a frequency lower than RF generator 91. Other configurations are the same as the gestalt 1 of operation.

[0078] (The operation effectiveness) By impressing high frequency to a counterelectrode 6 from RF generator 92 at the time of plasma production, an auto-bias electrical potential difference arises in a counterelectrode 6, and ion is drawn in a counterelectrode 6.

[0079] Here, when using the gas of a fluorocarbon system as raw gas using the counterelectrode 6 made from silicon, the fluorine ion in the plasma or the silicon of a fluorine atom and a counterelectrode 6 reacts, and fluoridation silicon is generated. In this way, since the fluorine in the plasma is consumed with a counterelectrode 6, the presentation ratio of the ion and neutral particle in the plasma is changeable.

[0080] Moreover, for example, when the counterelectrode 6 made from carbon is used, the carbon of a counterelectrode 6 is emitted into the plasma by sputtering by the incidence ion to a counterelectrode 6. Therefore, the content of the carbon in the plasma increases.

[0081] Thus, by impressing bias to a counterelectrode 6, the presentation ratio of the ion and neutral particle in the plasma can be controlled, and optimal processing can be performed. Moreover, the same effectiveness is expectable even if it connects DC power supply instead of RF generator 92.

[0082] In addition, the gestalt of the above-mentioned implementation indicated this time is [no] instantiation at points, and restrictive. The range of this invention is not the above-mentioned explanation, is shown by the claim, and includes all modification in a claim, equal semantics, and within the limits.

[0083]

[Effect of the Invention] According to the plasma treatment equipment based on this invention, by preparing a counterelectrode in the location which counters an installation base, and forming a RF antenna in the processing interior of a room, processing speed can be raised and it can process to homogeneity.

[Translation done.]

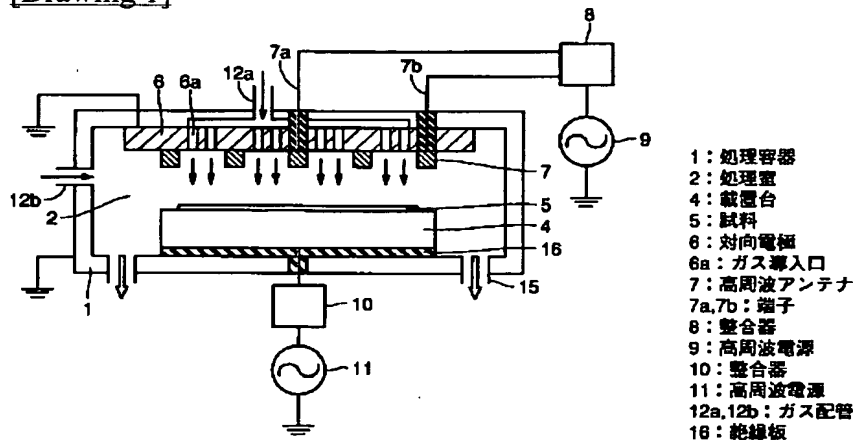
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

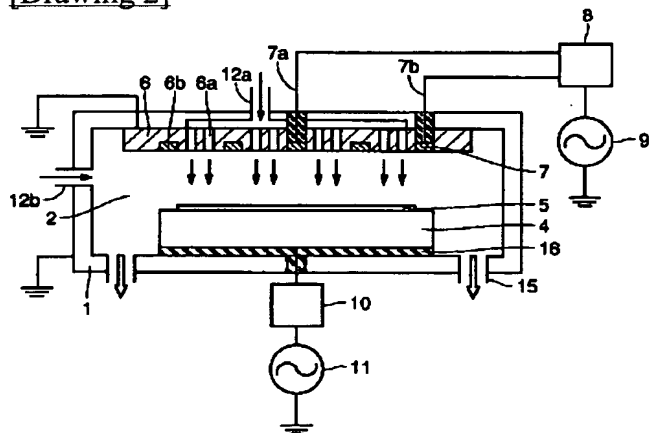
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

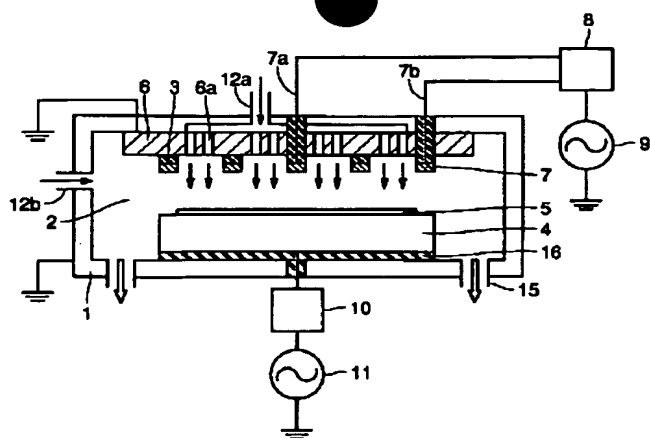
[Drawing 1]



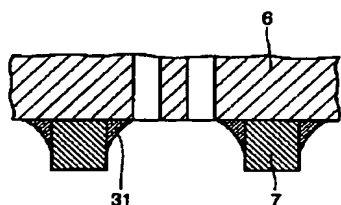
[Drawing 2]



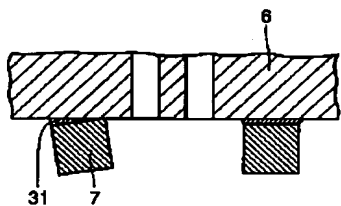
[Drawing 3]



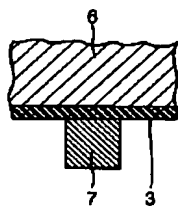
[Drawing 4]
(a)



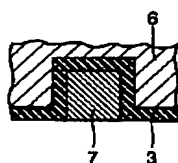
(b)



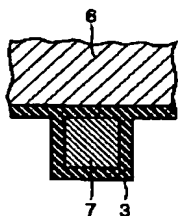
[Drawing 6]
(a)



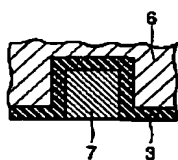
(b)



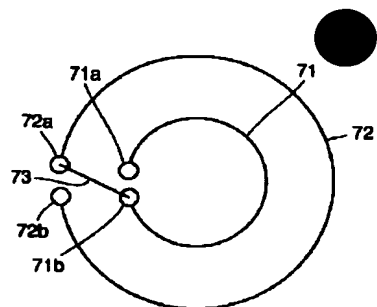
(c)



(d)



[Drawing 9]

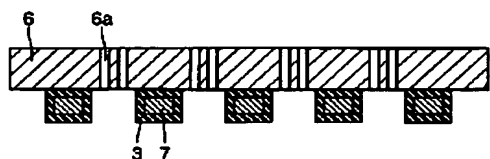


[Drawing 5]

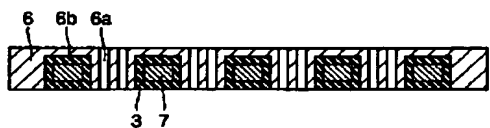
(a)



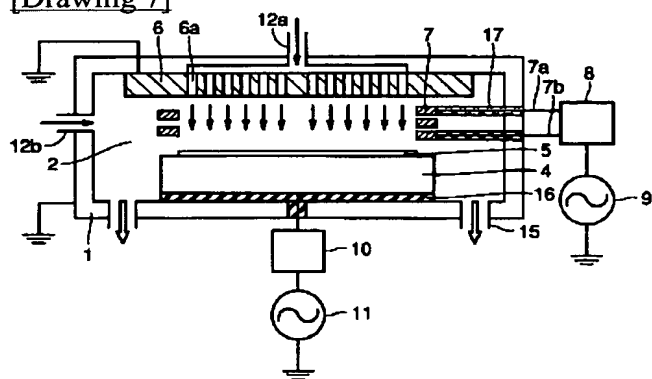
(b)



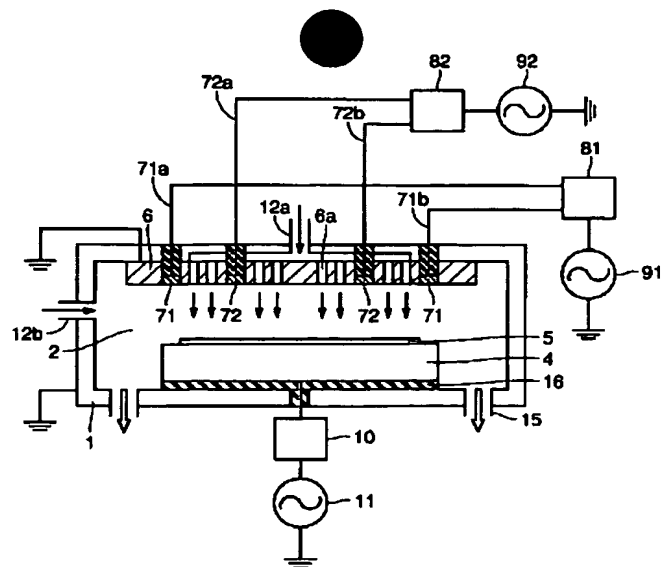
(c)



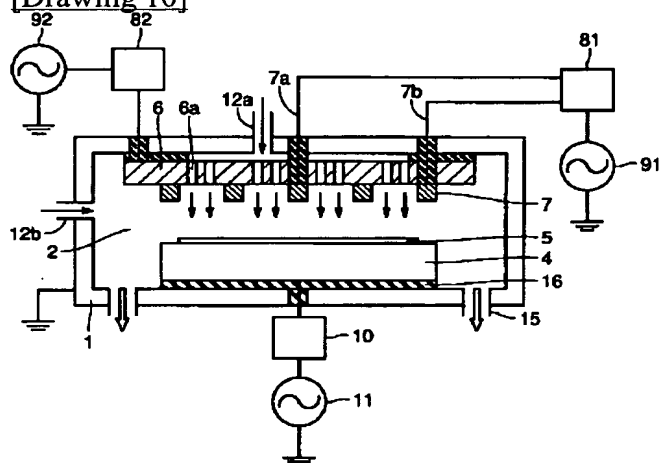
[Drawing 7]



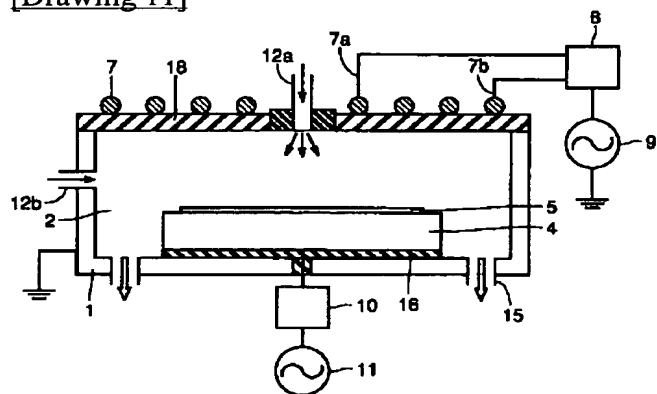
[Drawing 8]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]

(51) Int. Cl. ⁷

H01L 21/3065

21/31

識別記号

F I

H01L 21/302

21/31

ターマコード' (参考)

B 5F004

C 5F045

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全10頁)

(21) 出願番号 特願平11-138375

(22) 出願日 平成11年5月19日 (1999. 5. 19)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 西川 和康

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 大森 達夫

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外3名)

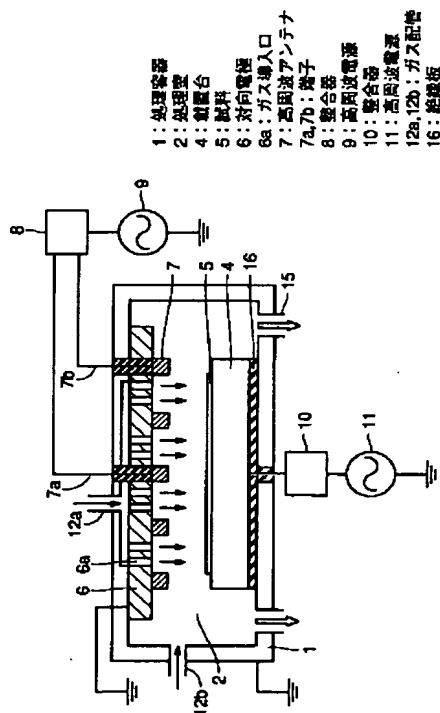
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 プラズマを利用した処理を行なうプラズマ処理装置において、処理速度の高速化と処理の均一性の向上を図る。

【解決手段】 処理室2内に、一以上の高周波アンテナ7と、試料5と対向する位置に接地された対向電極6を設け、前記高周波アンテナ7は、前記対向電極6の材質の体積固有抵抗の100分の1以下の体積固有抵抗を有する材質から形成されたプラズマ処理装置である。なお、前記高周波アンテナ7は、一部表面を露出するように前記対向電極6に埋め込んでもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理室内の試料に対して処理を行なうためのプラズマ処理装置であって、前記処理室内に、一以上の高周波アンテナと、

前記試料と対向し、かつ、接地された対向電極とを備え、

前記高周波アンテナに高周波を印加することによって、前記処理室内に誘導結合型プラズマを励起して前記処理を行なうプラズマ処理装置。

【請求項 2】 前記対向電極に対して、高周波または直流電圧を印加する手段を有する、請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】 前記高周波アンテナと前記対向電極とが間隙を介して分離している、請求項 1 または 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】 前記高周波アンテナが、前記対向電極の材質の体積固有抵抗の 100 分の 1 以下の体積固有抵抗を有する材質から形成された、請求項 1 または 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】 前記高周波アンテナと前記対向電極とが、互いに接触する、請求項 4 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】 前記高周波アンテナが一部を露出するように前記対向電極内に埋め込まれた、請求項 1、2、4 または 5 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】 前記高周波アンテナの前記対向電極に対する接触部を誘電体膜で被覆した、請求項 1、2 または 4 から 6 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 8】 誘電体膜により被覆された前記対向電極を備えた、請求項 1 から 7 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】 誘電体膜により被覆された前記高周波アンテナを備えた、請求項 1 から 8 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 10】 前記高周波アンテナは、カーボン、アルミ、銅、ステンレス、タングステンおよびチタンからなるグループから選択された少なくとも 1 以上の材質によって形成される、請求項 1 から 9 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 11】 前記対向電極は、シリコン、カーボンおよび炭化珪素からなるグループから選択された少なくとも 1 以上の材質によって形成される、請求項 1 から 10 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 12】 各前記高周波アンテナに高周波を印加するための回路と、

前記回路の構成を変化させることのできるスイッチ回路とを備え、

前記スイッチ回路の切換により、各前記高周波アンテナの実質的な構成を変更できることとした、請求項 1 から 11 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 13】 前記高周波アンテナに印加する高周波と前記対向電極に印加する高周波との周波数に差を設けて印加する手段を有する請求項 2 から 12 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 14】 請求項 1 から 13 のいずれかに記載のプラズマ処理装置を用いて製造された半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、プラズマを利用して試料の表面への薄膜の形成や、試料の表面のエッチングを行なうプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、基板、半導体ウエハ（以下、「ウエハ」という。）などの試料を処理室内においてプラズマによって処理する装置として、高周波（Radio Frequency -RF）を用いた平行平板型のプラズマ処理装置が広く用いられている。このプラズマ処理装置は、いずれか一方の電極または双方の電極に高周波を印加することにより、電極間にプラズマを発生させ、このプラズマと試料との間の自己バイアス電位によりイオンを試料の表面に入射させる。このプラズマ処理装置は、たとえば、プラズマ CVD などによる薄膜形成や、エッチング処理を行なうように構成されている。

【0003】しかし、上述した平行平板型プラズマ処理装置では、半導体デバイスの高集積化および高性能化に伴って要求される微細パターン形成や低ダメージを実現することは困難である。すなわち、かかるプロセスを実現するためには、低圧領域で高密度プラズマを生成・制御することが重要である。さらに大口径ウエハにも対応できるように、そのプラズマは大面積で均一である必要がある。

【0004】このような要求に対して、さまざまなプラズマ源が提案され、半導体プロセスに応用されている。これらの中でも、図 11 に示すように高周波アンテナ 7 を用いる高周波誘導結合型プラズマ発生装置は、装置の簡素化が比較的容易であり、さらに高密度プラズマを生成することが可能であることから、半導体プロセスへの適用が期待されている。

【0005】この装置は、図 11 に示すように試料の載置台（ステージ）4 と対向する処理室 2 の一面を石英ガラスなどからなる誘電体窓 18 で構成されている。誘電体窓 18 の外面には、たとえば渦巻きコイルからなる高周波アンテナ 7 が取り付けられている。この高周波アンテナ 7 に高周波を印加することにより処理室 2 内に高周波電場が形成される。この電磁場空間に存在する電子を処理ガスの中性粒子に衝突させることによって処理ガスを電離させ、プラズマを生成する。生成されたプラズマ中のイオンは、試料の載置台 4 に独立に印加された高周波により加速され、試料にイオンが入射することで薄膜形成やエッチング処理が行なわれる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上述の誘導結合型プラズマ処理装置を用いて、薄膜形成やエッチング処理などを行なう場合、高周波アンテナ7とプラズマとの間に石英ガラスなどからなる誘電体窓18が存在するため、高周波のプラズマへの伝送効率が低く、高密度プラズマを得るには高周波アンテナ7に印加する電力を大きくする必要があった。

【0007】 また、印加する高周波電力に対してプラズマ密度が急激に増加する現象（モードジャンプ）がしばしば観測され、印加する高周波によって処理条件が制限されることがあった。

【0008】 さらに、誘電体窓18の内側に処理ガスの解離種や反応生成物が付着すること、高周波電場によって誘電体窓18がスパッタリングされ誘電体窓18の厚みが増えたりすること、などによって、誘電体窓18を介してのL、C整合回路が変化し、生成されるプラズマの状態が変化するという問題があった。特に、誘電体窓18に導電性の膜が付着する場合、高周波電場がショートする恐れがあった。

【0009】 さらに、誘電体窓18に付着した膜の剥離や誘電体窓18のスパッタリングが発塵の原因となる場合もあった。

【0010】 さらに、試料に印加する高周波バイアスの接地電極（図示省略）が載置台4の周囲に設置されている場合には、バイアスが試料に均一に印加されず、処理速度が不均一になりやすい問題があった。特に、接地電極が基板と離れている場合、装置を構成する金属部品にアークが生じることもあった。

【0011】 この発明は、これらの問題点を解決するためになされたものである。この発明の1つの目的は、高密度プラズマを生成し、処理速度を高速化させることにある。

【0012】 この発明の他の目的は、高周波バイアスを均一に試料に印加し、処理の均一化を向上させることにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明に基づくプラズマ処理装置の1つの局面においては、処理室内の試料に対して処理を行なうためのプラズマ処理装置であって、上記処理室内に、一以上の高周波アンテナと、上記試料と対向し、かつ、接地された対向電極とを備え、上記高周波アンテナに高周波を印加することによって、上記処理室内に誘導結合型プラズマを励起して上記処理を行なうものである。

【0014】 上記構成を採用することで、処理室内に高周波アンテナを備えているため、プラズマへの伝送効率を高め、その結果、少ない電力でも高密度プラズマを生成することが可能になり、処理速度を高速化することができる。また、試料と対向する位置に接地された対向電

極を配置したことにより高周波バイアスを均一に試料に印加することが可能であり、試料に対する処理を均一化することができる。さらに、高周波アンテナを一以上としたことで、複数の高周波アンテナを用いることによって、処理室内のプラズマ密度の分布を変化させることができる。

【0015】 また、上記発明において好ましくは、上記対向電極に対して、高周波または直流電圧を印加する装置を有する、プラズマ処理装置である。

【0016】 上記構成を採用することで、対向電極に自己バイアス電圧が生じ、イオンが対向電極に引き込まれ、対向電極の材質を適当に選択することにより、プラズマ中のイオン・中性粒子の組成比を制御することができる。

【0017】 さらに、上記発明において好ましくは、上記高周波アンテナと上記対向電極とが間隙を介して分離している、プラズマ処理装置である。

【0018】 上記構成を採用することで、対向電極と高周波アンテナとが、空間的に隔離されているため、高周波アンテナに導電性異物あるいは導電性膜が堆積あるいは付着したとしても、対向電極との間で短絡することを防止することができる。

【0019】 また、上記発明の他の局面においては、上記高周波アンテナが、上記対向電極の100分の1以下の体積固有抵抗を有する材質から形成された、プラズマ処理装置である。

【0020】 上記構成を採用することで、高周波アンテナと対向電極が接していても、高周波電流のほとんどが高周波アンテナに流れ、対向電極には流れない。その結果、高周波アンテナと対向電極が接していても、高周波アンテナにより高密度プラズマを生成することが可能になる。

【0021】 さらに、上記発明において好ましくは、上記高周波アンテナと上記対向電極とが、互いに接触する。

【0022】 上記構成を採用することで、対向電極と試料との間の距離を短くすることができる。その結果、高周波バイアスをより確実に試料に均一に印加することが可能になるとともに、処理容器の大きさを小さくすることが可能になる。

【0023】 さらに、上記発明の他の局面においては、上記高周波アンテナが一部を露出するように上記対向電極内に埋め込まれた、プラズマ処理装置である。

【0024】 上記構成を採用することで、対向電極と高周波アンテナによって構成される角部、または、加工精度や熱ひずみに起因して対向電極と高周波アンテナとの間に生じた隙間への反応生成物などの付着をなくすることができ、発塵を抑制することができる。

【0025】 さらに、上記発明において好ましくは、上記高周波アンテナの上記対向電極に対する接触部を誘電

体膜で被覆した、プラズマ処理装置である。

【0026】上記構成を採用することで、高周波アンテナと対向電極とを電氣的に接触させないこととしたため、高周波電流が対向電極には流れるおそれはなくなる。したがって、対向電極と高周波アンテナを構成する材質について、体積固有抵抗が等しい組合せや固有抵抗の差が小さい組合せも採用することが可能となる。

【0027】さらに、上記発明において好ましくは、誘電体膜により被覆された上記対向電極を備えた、プラズマ処理装置である。

【0028】上記構成を採用することで、高周波電流が対向電極には流れるおそれはなくなる。したがって、対向電極と高周波アンテナの材質が、体積固有抵抗が等しい組合せである場合や固有抵抗の差が小さい組合せである場合であっても高密度プラズマを生成させることが可能となる。

【0029】さらに、上記発明において好ましくは、誘電体膜により被覆された上記高周波アンテナを備えた、プラズマ処理装置である。

【0030】上記構成を採用することで、高周波アンテナの材質の種類の制約がなくなるとともに、高周波アンテナからの重金属汚染を防止することができる。また、対向電極と空間的に接触している場合、対向電極への漏れ電流を低減することができる。

【0031】さらに、上記発明において好ましくは、上記高周波アンテナは、カーボン、アルミ、銅、ステンレス、タングステンおよびチタンからなるグループから選択された少なくとも1以上の材質によって形成される、プラズマ処理装置である。

【0032】上記構成を採用することで、高周波アンテナの材質として処理ガスに侵されないものを用いることが可能となる。

【0033】さらに、上記発明において好ましくは、上記対向電極は、シリコン、カーボンおよび炭化珪素からなるグループから選択された少なくとも1以上の材質によって形成される、プラズマ処理装置である。

【0034】上記構成を採用し、対向電極の材質をシリコンまたはカーボンとすることで、プラズマ中のイオン・中性粒子の組成比を制御することができる。

【0035】さらに、上記発明において好ましくは、各上記高周波アンテナに高周波を印加するための回路と、上記回路の構成を変化させることのできるスイッチ回路とを備え、上記スイッチ回路の切換により、各上記高周波アンテナの実質的な構成を変更できることとした、プラズマ処理装置である。

【0036】上記構成を採用することで、必要に応じて、高周波アンテナの位置、長さ、数を変化させ、処理に適したプラズマ密度分布を選ぶことができる。

【0037】さらに、上記発明において好ましくは、上記高周波アンテナに印加する高周波と上記対向電極に印

加する高周波との周波数に差を設けて印加する装置を有するプラズマ処理装置である。

【0038】上記構成を採用することで、対向電極の材質と処理ガスの組合せにより、特定の中性粒子やイオンを対向電極で消費させたり、対向電極を構成する原子をスパッタリングによりプラズマ中へ放出することで、プラズマ中の中性粒子・イオンの組成比を変えることができる。

【0039】本発明に基づく半導体装置は、上記プラズマ処理装置を用いて製造された半導体装置である。

【0040】上記構成を採用することで、全面にわたって均一にプラズマ処理された半導体装置を提供することができる。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、図1～図10を用いて、この発明に基づいた各実施の形態におけるプラズマ処理装置について説明する。

【0042】（実施の形態1）

（装置の構成）図1は、本実施の形態におけるプラズマ処理装置の概念図である。この装置は、導電性材料、たとえばアルミニウムなどから形成された処理容器1を有するプラズマエッチング処理装置であり、所定のエッチング処理はこの処理容器1内に形成される処理室2内で行われる。

【0043】また、処理ガスの種類によっては、処理室2内に生成されるプラズマによって処理容器1の内壁がスパッタリングされたり、化学反応によって内壁がエッチングされるため、これを防ぐために処理容器1の内壁をコーティング、たとえばアルマイト処理などや石英板などで保護してもよい。さらに、内壁への反応生成物などの付着を防止するために、処理室2の内壁を加熱してもよい。

【0044】処理容器1は接地されており、さらにその底部にはセラミックなどの絶縁板16を介在して半導体ウエハなどの試料（以下、「ウエハ」という。）5を載せるための載置台4が設けられている。また、載置台4の試料5の載置面と対向する処理容器1の天板部には、導電性材料、たとえばシリコンなどから形成された板である対向電極6が気密に設けられている。さらに、この対向電極6は接地されている。

【0045】処理室2内の対向電極6の載置台4に対向する側には導体、たとえばカーボンなどを渦巻き状、コイル状、あるいはループ状に形成した高周波アンテナ7が配置されている。この高周波アンテナ7は、整合器8を介して端子7a、7bを用いて高周波電源9に接続されている。

【0046】また、載置台4は図示しないウエハ保持装置、ウエハ冷却装置を有し、整合器10を介して高周波電源11に接続されている。さらに、処理ガスが、ガスボンベなどのガス供給源（図示省略）からガス配管12

a および対向電極 6 に設けられたガス導入口 6 a を通して処理室 2 内に供給される。また、処理ガスは、処理容器 1 の側面に設けたガス配管 1 2 b から処理室 2 内へ供給することができる。

【0047】重金属汚染を防止するため、処理室 2 天板に設置した対向電極 6 の材質はたとえばシリコンが好ましく、処理室 2 内に挿入された高周波アンテナ 7 の材質は、たとえばカーボンが好ましい。

【0048】また、処理室 2 内の処理ガスは、排気管 1 5 から外部へ排出される。

(作用効果) 高周波アンテナ 7 に高周波を印加することにより高周波アンテナ 7 から電磁波が放射され、処理室 2 内に高周波電場が形成される。この電磁場空間に存在する電子を処理ガスの中性粒子に衝突させることによって処理ガスを電離させ、プラズマを生成する。生成されたプラズマ中のイオンは、試料 5 の載置台 4 に独立に印加された高周波、たとえば 400 kHz の高周波により加速され、試料 5 にイオンが入射することでエッチング処理が行なわれる。

【0049】カーボンの体積固有抵抗は $0.2 \times 10^{-3} \sim 4 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ (カーボングラファイト)、シリコンの体積固有抵抗は $2 \sim 300 \Omega \cdot \text{cm}$ (真性半導体) であり、両者の体積固有抵抗の差がきわめて大きい。そのため、対向電極 6 と高周波アンテナ 7 とがたとえ接していても、高周波電流は対向電極 6 にはほとんど流れず高周波アンテナ 7 を流れることになる。重金属汚染が防止でき、体積固有抵抗の差が十分大きい材質であれば、上記の組み合わせ以外の材質を用いてもよい。

【0050】具体的には、漏れ電流が問題とならない範囲として、高周波アンテナ 7 の材質が対向電極 6 の材質の体積固有抵抗の 100 分の 1 以下のものであることが望ましい。

【0051】対向電極 6 と高周波アンテナ 7 とが接していてもよいことから、これらを接する構造として省スペース化を図ることができる。

【0052】また、高周波アンテナ 7 に印加する高周波を変化させることにより、高周波アンテナ 7 に流れる電流値を変化させることができ、プラズマ密度を調整することが可能である。

【0053】本実施の形態におけるプラズマ処理装置は、従来のこの種の誘導結合型プラズマ処理装置と異なり高周波アンテナ 7 を処理室 2 内に設置する構成になっているので、高周波アンテナ 7 とプラズマとの間に石英などの誘電体が介在せず、誘電体による損失がない。そのため、高周波からプラズマへの伝送効率を向上させることができ、少ない電力の高周波で高密度プラズマを得ることができる。したがって、処理速度を増加させることができる。

【0054】また、少ない電力の高周波により高密度プラズマが生成できるため、高周波アンテナ 7 のスパッタ

リングを低減することができ、また、高周波電源 9 から高周波アンテナ 7 に至る高周波回路全体に対する負荷をも低減することができる。その結果、高周波回路の故障や異常を抑えることができ、メンテナンス周期を伸ばすことができる。さらに、高周波に必要な電力を少なくできることから、消費電力を低減することもできる。

【0055】さらに、従来のこの種の誘導結合型プラズマ装置では、高周波の電力を増加させると、ある高周波電力でプラズマ密度が急激に増加する現象 (モードジャンプ) が起こる場合があり、高周波の印加条件によりプラズマ処理の条件が制限される場合があった。しかし、上述のような構成にすることによりプラズマ密度は高周波電力に対して連続的に増加するため、高周波の印加条件により、プラズマ処理の条件が制限されることはない。

【0056】また、従来のこの種の誘導結合型プラズマ装置では載置台 4 と対向する位置に石英などの誘電体が設置されているが、載置台 4 の内部や周囲で接地された任意の部品、たとえば、載置台 4 を留めるボルトや処理室と搬送室を分けるゲートバルブなどが試料と対向した位置関係となっていない。そのため、試料 5 に高周波を印加すると、バイアス電場は試料 5 に均一に印加されず、最も近くに存在する上記の接地された任意の部品を通じて印加されることがある。このため、処理が不均一になる場合があった。さらに、その接地された任意の部品との間でアークが生じることもあった。

【0057】これらの問題に対して、上記構成では載置台 4 に対向する位置に、接地された対向電極 6 が設けられているため、バイアス電場を試料 5 に対して均一に印加することができる。したがって、試料 5 の処理の均一化が図られる。

【0058】よって、本実施の形態におけるプラズマエッチング処理装置を用いて半導体装置を製造すれば、全面にわたって均一にプラズマエッチング処理された半導体装置を得ることができる。エッチング以外のプラズマ処理においても同じである。

【0059】(装置の他の構成) 本実施の形態では、高周波アンテナ 7 の材質としては、カーボンを用いたが、酸化膜のエッチングなどに使用する場合は、カーボンを用いることで、イオン衝撃によりたたかれた表面からカーボンがプラズマ中に供給され、処理ガスのカーボンを含むガスの添加やその流量調整によりカーボンの処理室内への供給をしなくても、カーボンを試料へ供給することが可能になるという利点がある。

【0060】他に、メタル CVD で薄膜形成したり、パターン内にイオンなどを埋め込む作業に使用する場合には、高周波アンテナ 7 の材質として、アルミニウム、銅、タングステン、チタンなどを用いてもよい。たとえば、銅のメタル CVD では、銅製の高周波アンテナ 7 を用いても処理に影響を及ぼさない。他の材質についても

同様である。

【0061】また、エッチングにも、高周波アンテナ7の材質として、アルミニウム、銅、タングステン、チタンなどを用いてもよい。ただし、エッチングの場合は材質と処理ガスの組み合わせが重要であり、処理ガスに侵されない材質を選ぶ必要がある。たとえば、アルミニウムのエッチングに対しては主に塩素ガスを使用するので、塩素でエッチングされにくいタングステンを高周波アンテナ7の材質として用いることができる。

【0062】さらに、高周波アンテナ7の材質として、ステンレスを用いてもよい。これは、重金属汚染のおそれがない場合には、あらゆる処理に使用することができる。

【0063】一方、本実施の形態では、対向電極6の材質として、シリコンを用いたが、炭化珪素(SiC)などの材質を用いてもよい。炭化珪素の場合、体積固有抵抗は、SiとCとの混合比に依存するが、約 $1000\Omega\cdot\text{cm}$ であり、硬度が高く、融点は約 2000°C であって、非常に高温になっても他の元素と反応しない。したがって、スパッタリングが生じにくく、対向電極6からの発塵を防止することができる。

【0064】本実施の形態では、主にプラズマエッチング処理装置に関して説明したが、プラズマCVD処理装置でも同様である。特に、高アスペクト比のパターンに絶縁膜を薄膜形成する場合、上記構成を採用することによって、バイアス電場を試料に対して均一に印加することができるので、高アスペクト比パターンへの絶縁膜埋め込みが可能になり、さらに、処理が均一になる。

【0065】(実施の形態2)

(装置の構成) 図2は、本実施の形態におけるプラズマ処理装置の概念図である。本実施の形態では、対向電極6に設けられた溝6bに埋め込まれるように高周波アンテナ7が取り付けられており、高周波アンテナ7の表面の一部がプラズマに露出するように構成されている。その他の構成は実施の形態1と同じである。

【0066】(作用効果) 本実施の形態では、図2に示すような構成を採用することで、対向電極6と高周波アンテナ7によって構成される角部(図4(a)参照)、または、加工精度や熱ひずみに起因して対向電極6と高周波アンテナ7との間に生じた隙間(図4(b)参照)への反応生成物31などの付着をなくすことができ、発塵を抑制することができる。

【0067】また、高周波アンテナ7に流れる高周波電流に直流電流あるいは低周波電流を印加することによって、高周波アンテナ7にバイアスあるいは自己バイアスを生じさせ、イオンを高周波アンテナ7に引込むことによって、高周波アンテナ7に付着する反応生成物を低減させることができ、発塵を抑制することができる。

【0068】(実施の形態3)

(装置の構成) 図3は、本実施の形態におけるプラズマ

処理装置の概念図である。対向電極6と高周波アンテナ7との間に誘電体膜3を設け、対向電極6と高周波アンテナ7が接触しないよう構成されている。その他の構成は実施の形態1と同じである。

【0069】(作用効果) 本実施の形態では、対向電極6と高周波アンテナ7との間に誘電体膜3を設けることによって対向電極6と高周波アンテナ7とを電氣的に接触させないこととしたため、高周波電流が対向電極6には流れるおそれはない。したがって、対向電極6と高周波アンテナ7を構成する材質について、体積固有抵抗が等しい組合せや固有抵抗の差が小さい組合せも採用することが可能となる。

【0070】なお、対向電極6と高周波アンテナ7とを電氣的に接触させない構造として、図5(a)~(c)のように高周波アンテナ7の一部または全部を誘電体膜3でカバーしてもよい。また、図6(a)~(d)に示すように対向電極の表面を誘電体膜3でカバーしてもよい。

【0071】(実施の形態4)

(装置の構成) 図7は、本実施の形態におけるプラズマ処理装置の概念図である。対向電極6と高周波アンテナ7とは間隙を介して分離している。対向電極6と離れて処理室2内に支持された高周波アンテナ7に高周波を導く配線は、絶縁カバー17で被覆されることによって他の部分と電氣的に絶縁されている。その他の構成は実施の形態1と同じである。

【0072】(作用効果) 本実施の形態では、対向電極6と高周波アンテナ7とが、間隙を介することによって空間的に隔離されているため、高周波アンテナ7に導電性異物あるいは導電性膜が堆積あるいは付着したとしても、対向電極6との間で短絡するおそれはない。したがって、処理によって導電性膜が高周波アンテナ7に堆積あるいは付着する場合に有効である。さらに、高周波アンテナ7を堆積膜と同様な材質にすることで、導電性膜の堆積による処理の影響を低減することができる。

【0073】(実施の形態5)

(装置の構成) 図8は、本実施の形態におけるプラズマ処理装置の概念図である。本実施の形態では、径の異なる2個の高周波アンテナ71、72を処理容器と同軸上に配置し、高周波アンテナ71、72の表面が露出するように対向電極6に埋め込んだものである。その他の構成は実施の形態1と同じである。

【0074】(作用効果) 本実施の形態では、端子71a、71bを高周波電源91に接続し、端子72a、72bを高周波電源92に接続することで、処理室2内に生成されるプラズマ密度分布を変化させることができる。従来のこの種の誘導結合型プラズマ処理装置に比べ、処理室2内部に高周波アンテナ71、72を設置するため、高周波アンテナ71と高周波アンテナ72との間の相互インダクタンスは小さくなり、それぞれの高周

波アンテナ 7 1, 7 2 に印加する高周波や周波数の使用領域が広がる利点がある。

【0075】さらに、処理容器 1 外部にスイッチ回路を設けることによって 2 個の高周波アンテナ 7 1, 7 2 に高周波を印加する方法を変化させることができる。以下、図 9 の例を用いて説明する。図 9 は径の異なる 2 個のループアンテナ 7 1, 7 2 を示す。図示しないスイッチ回路を用いて端子 7 1 b と端子 7 2 a を結線 7 3 で結び、端子 7 1 a と端子 7 2 b 間に高周波電源を接続することで、2 個の高周波アンテナ 7 1, 7 2 を 1 個の高周波アンテナとして使用することができる。また、結線 7 3 を開放して、図 8 に示すように、高周波アンテナ 7 1, 7 2 に異なる高周波電源を接続して使用することもできる。

【0076】なお、高周波アンテナ 7 1, 7 2 の配置に関しては、通常の誘導結合型プラズマ装置においても本実施の形態のような使用が可能である。また、高周波アンテナの端子同士を接続することにより、1 個のアンテナとして使用することも可能である。また、必要に応じて、径の等しい 2 個の高周波アンテナを同軸上に上下に配置し、使用することも可能である。

【0077】（実施の形態 6）

（装置の構成）図 10 は、本実施の形態によるプラズマ処理装置の概念図である。本実施の形態では、対向電極 6 に整合器 8 2 を介して高周波電源 9 2 が接続されている。ここで、高周波電源 9 2 は高周波電源 9 1 より低い周波数の電源である。その他の構成は実施の形態 1 と同じである。

【0078】（作用効果）プラズマ生成時には、高周波電源 9 2 から対向電極 6 に高周波を印加することにより、対向電極 6 に自己バイアス電圧が生じ、イオンが対向電極 6 に引込まれる。

【0079】ここで、たとえば、シリコン製の対向電極 6 を用い、処理ガスとしてフロロカーボン系のガスを使用する場合、プラズマ中のフッ素イオンあるいはフッ素原子と対向電極 6 のシリコンが反応し、弗化シリコンが生成される。こうして、プラズマ中のフッ素が対向電極 6 により消費されるので、プラズマ中のイオン・中性粒子の組成比を変えることができる。

【0080】また、たとえば、カーボン製の対向電極 6 を用いた場合、対向電極 6 への入射イオンによるスパッタリングにより対向電極 6 のカーボンがプラズマ中へ放出される。そのため、プラズマ中のカーボンの含有量が増加する。

【0081】このように、対向電極 6 にバイアスを印加することにより、プラズマ中のイオン・中性粒子の組成比を制御することができ、最適な処理を行なうことができる。また、高周波電源 9 2 の代わりに直流電源を接続

しても同様の効果が期待できる。

【0082】なお、今回開示した上記実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

【0083】

【発明の効果】この発明に基づいたプラズマ処理装置によれば、載置台に対向する位置に対向電極を設け、高周波アンテナを処理室内に設けることにより、処理速度を向上させることができ、また、均一に処理することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態 1 に係るプラズマ処理装置の概念図である。

【図 2】 本発明の実施の形態 2 に係るプラズマ処理装置の概念図である。

【図 3】 本発明の実施の形態 3 に係るプラズマ処理装置の概念図である。

【図 4】 本発明の実施の形態 2 に係る、(a) は角部、(b) は隙間における反応生成物などの付着についての説明図である。

【図 5】 (a) ~ (c) は、本発明の実施の形態 3 に係る、対向電極と高周波アンテナの構造についての説明図である。

【図 6】 (a) ~ (d) は、本発明の実施の形態 3 に係る、対向電極と高周波アンテナの構造についての説明図である。

【図 7】 本発明の実施の形態 4 に係るプラズマ処理装置の概念図である。

【図 8】 本発明の実施の形態 5 に係るプラズマ処理装置の概念図である。

【図 9】 本発明の実施の形態 5 に係るプラズマ処理装置に配置された高周波アンテナの概略説明図である。

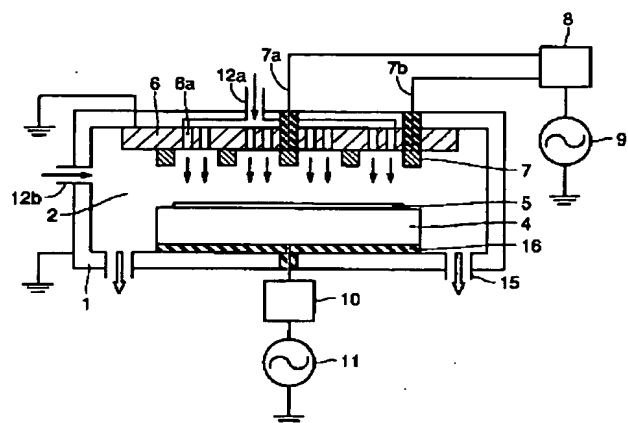
【図 10】 本発明の実施の形態 6 に係るプラズマ処理装置の概念図である。

【図 11】 従来の技術に係るプラズマ処理装置の概念図である。

【符号の説明】

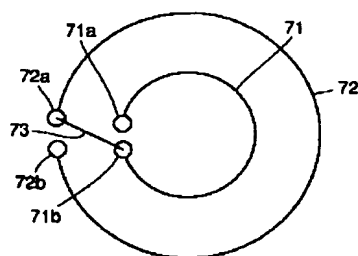
1 処理容器、2 処理室、3 誘電体膜、4 載置台、5 試料、6 対向電極、6 a ガス導入口、6 b 溝、7, 7 1, 7 2 高周波アンテナ、7 a, 7 b, 7 1 a, 7 1 b, 7 2 a, 7 2 b 端子、7 3 結線、8, 8 1, 8 2 整合器、9, 9 1, 9 2 高周波電源、10 整合器、11 高周波電源、12 a, 12 b ガス配管、15 排気管、16 絶縁板、17 絶縁カバー、18 誘電体窓、31 反応生成物。

【図 1】

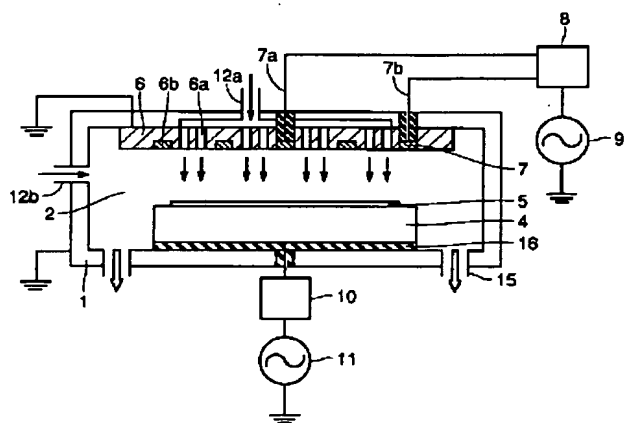


- 1: 処理容器
2: 処理室
4: 載置台
5: 試料
6: 対向電極
6a: ガス導入口
7: 高周波アンテナ
7a, 7b: 端子
8: 整合器
9: 高周波電源
10: 整合器
11: 高周波電源
12a, 12b: ガス配管
16: 絶縁板

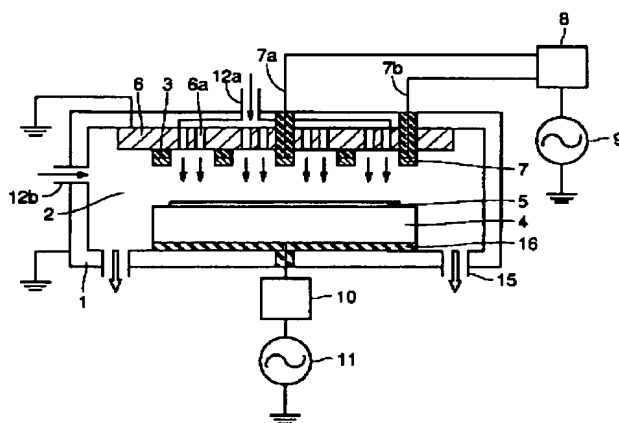
【図 9】



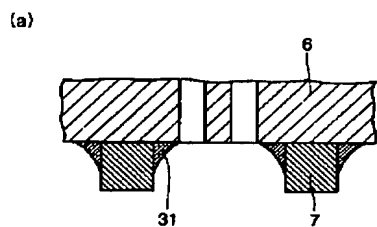
【図 2】



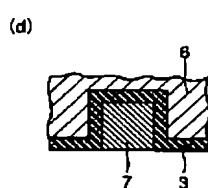
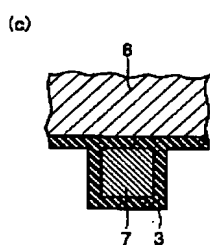
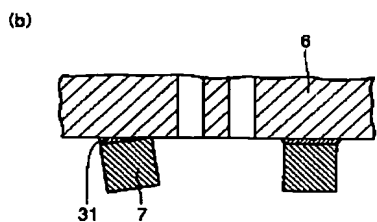
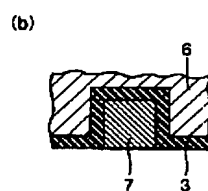
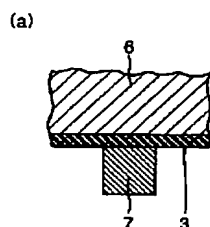
【図 3】



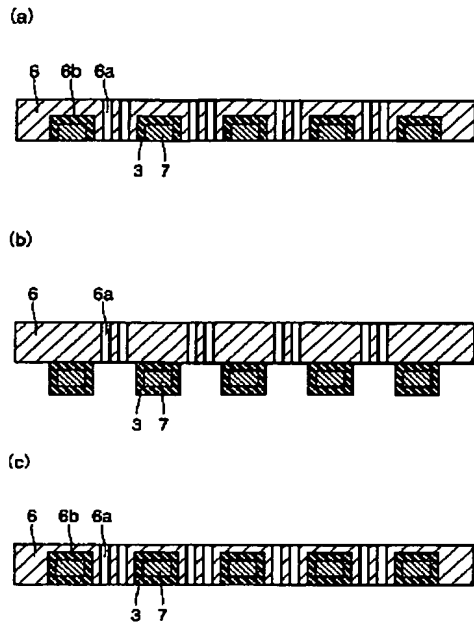
【図 4】



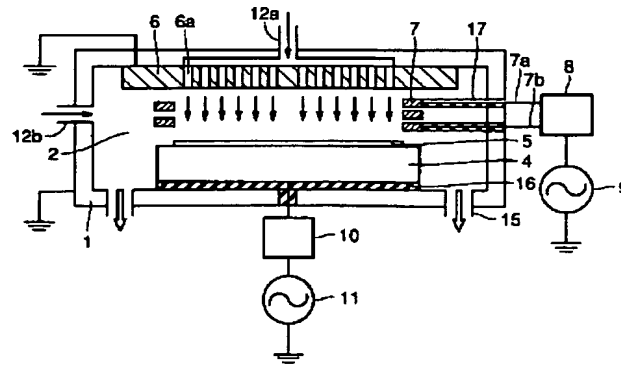
【図 6】



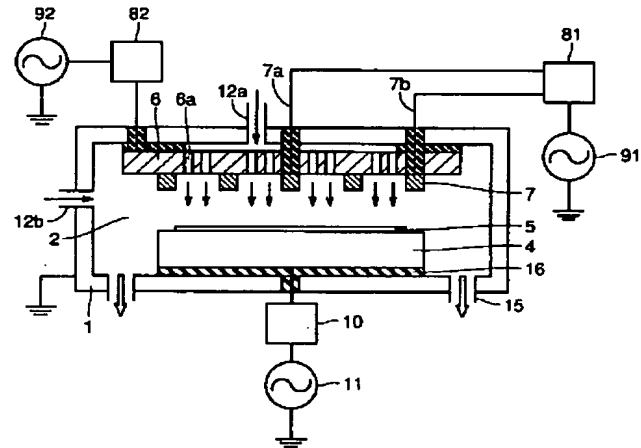
【図 5】



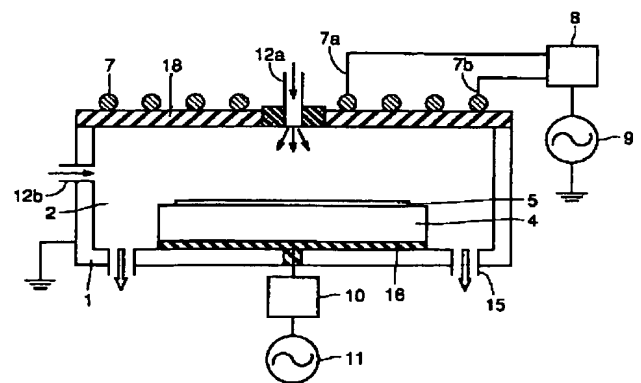
【図 7】



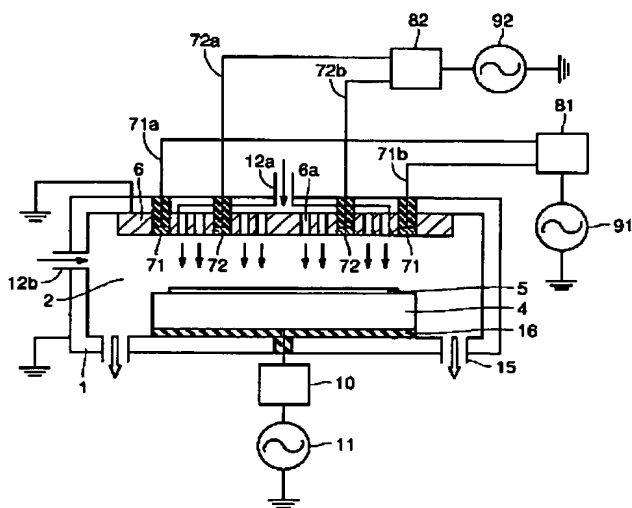
【図 10】



【図 11】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 大寺 廣樹
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三
菱電機株式会社内

F ターム(参考) 5F004 AA00 AA01 BA20 BB11 BB12
BB18 BB28 BB29 BB30 BC08
5F045 AA08 BB01 BB02 BB03 BB08
BB09 DP01 DP02 DP03 DQ10
EF05 EH02 EH08 EH11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.